



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 5月28日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-158662

出 願 人

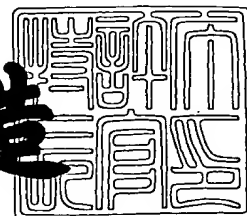
Applicant(s):

株式会社荏原製作所

2001年 8月10日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3070909

【書類名】 特許願

【整理番号】 010303

【提出日】 平成13年 5月28日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01B

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所  
内

    【氏名】 大和田 伸

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所  
内

    【氏名】 佐竹 徹

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所  
内

    【氏名】 曾布川 拓司

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所  
内

    【氏名】 西藤 睦

【特許出願人】

    【識別番号】 000000239

    【氏名又は名称】 株式会社荏原製作所

【代理人】

    【識別番号】 100089705

    【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 2 番 1 号 新大手町ビル 2  
0 6 区 ユアサハラ法律特許事務所

    【弁理士】

【氏名又は名称】 社本 一夫

【電話番号】 03-3270-6641

【選任した代理人】

【識別番号】 100080137

【弁理士】

【氏名又は名称】 千葉 昭男

【選任した代理人】

【識別番号】 100083895

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 茂

【選任した代理人】

【識別番号】 100093713

【弁理士】

【氏名又は名称】 神田 藤博

【選任した代理人】

【識別番号】 100093805

【弁理士】

【氏名又は名称】 内田 博

【選任した代理人】

【識別番号】 100106208

【弁理士】

【氏名又は名称】 宮前 徹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 051806

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

特 2 0 0 1 - 1 5 8 6 6 2

【包括委任状番号】 0010958

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子線による検査装置及びその検査装置を用いたデバイス製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電子線を検査対象に照射して前記検査対象を検査する装置において、

電子源からの一次電子線を前記検査対象に照射し、前記一次電子線の照射により放出された二次電子の像を投影する電子光学系及び前記電子光学系により投影された二次電子像を検出する検出器を有する電子光学装置と、

前記検査対象を保持して前記電子光学系に関して相対的に移動させるステージ装置と、

清浄気体を前記検査対象に流して前記検査対象への塵埃の付着を阻止するミニエンバイロメント装置と、

前記ステージ装置を収容しておりかつ真空雰囲気中に制御可能になっているワーキングチャンバと、

前記ミニエンバイロメント装置と前記ワーキングチャンバとの間に配置されていて、それぞれ独立して真空雰囲気中に制御可能になっている少なくとも二つのローディングチャンバと、

前記ミニエンバイロメント装置と前記ローディングチャンバの一つ内との間で前記検査対象を移送可能な搬送ユニット及び前記一つのローディングチャンバ内と前記ステージ装置上との間で前記検査対象を移送可能な別の搬送ユニットを有するローダーと、を備え、

前記ワーキングチャンバ及びローディングチャンバが振動遮断装置を介して支持されていることを特徴とする電子線検査装置。

【請求項 2】 電子線を検査対象に照射して前記検査対象を検査する装置において、

電子源からの一次電子線を前記検査対象に照射し、前記一次電子線の照射により放出された二次電子を減速電界型対物レンズで加速してその像を投影する電子光学系、前記電子光学系により投影された二次電子像を検出する検出器及び前記

減速電界型対物レンズと前記検査対象との間に配置されていて前記検査対象の前記一次電子線の照射面における電界強度を制御する電極を有する電子光学装置と

前記検査対象を保持して前記電子光学系に関して相対的に移動させるステージ装置と、

前記ステージ装置を収容しておりかつ真空雰囲気制御可能になっているワーキングチャンバと、

前記ワーキングチャンバ内の前記ステージ装置上に前記検査対象を供給するローダーと、

前記ワーキングチャンバ内に配置された前記検査対象に荷電粒子線を照射して前記検査対象の帯電むらを減少するプレチャージユニット及び前記検査対象に電位を印加する電位印加機構と、を備え、

前記ワーキングチャンバが振動遮断装置を介して支持された支持装置により支持されていることを特徴とする電子線検査装置。

【請求項3】 請求項2に記載の検査装置において、前記ローダーが、それぞれが独立して雰囲気制御可能になっている第1のローディングチャンバ及び第2のローディングチャンバと、前記検査対象を第1のローディングチャンバ内とその外部との間で搬送する第1の搬送ユニットと、前記第2のローディングチャンバに設けられていて前記検査対象を前記第1のローディングチャンバ内と前記ステージ装置上との間で搬送する第2の搬送ユニットとを備え、前記検査装置が、更に、前記ローダーにより搬送される検査対象に清浄気体を流して塵埃の付着を阻止するための仕切られたミニエンバイロメント空間を更に備え、前記ローディングチャンバと前記ワーキングチャンバとが振動遮断装置を介して支持装置により支持されていることを特徴とする検査装置。

【請求項4】 請求項2又は3に記載の検査装置において、更に、前記電子光学系に対する前記検査対象の位置決めのために前記検査対象の表面を観察してアライメントを制御するアライメント制御装置と、前記ステージ装置上の前記検査対象の座標を検出するレーザ干渉測距装置とを備え、前記アライメント制御装置により検査対象に存在するパターンとを利用して検査対象の座標を決めること

を特徴とする検査装置。

【請求項 5】 請求項 1 又は 3 に記載の検査装置において、前記検査対象の位置合わせは、前記ミニエンバイロメント空間内で行われる粗位置合わせと、前記ステージ装置上で行われる X Y 方向の位置合わせ及び回転方向の位置合わせとを含むことを特徴とする検査装置。

【請求項 6】 請求項 1 ないし 5 に記載の検査装置を用いてプロセス途中又はその後のウエハの欠陥を検出するデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、電子ビームを用いて検査対象の表面に形成されたパターンの欠陥等を検査する検査装置に関し、詳しくは、半導体製造工程におけるウエハの欠陥を検出する場合のように、電子ビームを検査対象に照射してその表面の性状に応じて変化する二次電子を捕捉して画像データを形成し、その画像データに基づいて検査対象の表面に形成されたパターン等を高いスループットで検査する検査装置、並びにそのような検査装置を用いて歩留まり良くデバイスを製造するデバイス製造方法に関する。

【0002】

【従来技術】

本発明に関連する検査装置の従来技術については、走査電子顕微鏡（SEM）を用いた装置が既に市販されている。この装置は細く絞った電子線を非常に間隔の小さいラスタ幅でラスタ走査を行い、走査に伴って検査対象から放出される二次電子を二次電子検出器で検出して SEM 画像を形成し、その SEM 画像を異なるダイの同じ場所同士を比較して欠陥を抽出するものである。

また、従来においては電子線を使用した欠陥検査装置の全体的なシステムとして完成させた装置は未だ存在しなかった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、SEM を応用した欠陥検査装置では、ビーム寸法が小さく、当然画

素寸法が小さく、ラスタ幅も小さいため、欠陥検査に多くの時間を必要としていた。また、高スループットにするため、ビーム電流を大きくすると絶縁物が表面にあるウエハでは帯電して良好なSEM像が得られない問題があった。

また、電子線を照射して検査する電子光学装置と、検査対象をその電子光学装置の照射位置までクリーンな状態で供給し、アライメントする他のサブシステムとの間の関連性を考慮した検査装置全体の構造については今までほとんど明らかにされていなかった。更に、検査対象となるウエハの大径化が進められ、サブシステムもそれに対応可能にする要請もでてきた。

#### 【0004】

本発明は上記の問題点に鑑みなされたものであって、発明が解決しようとする一つの課題は、電子線を用いた電子光学系を使用すると共に、その電子光学系と、検査装置を構成するその他の構成機器との調和を図ってスループットを向上した検査装置を提供することである。

本発明が解決しようとする他の課題は、検査対象を蓄えるカセットと電子光学系に関して検査対象を位置決めするステージ装置との間で検査対象を搬送するローダー及びそれと関連する装置を改善して検査対象を効率的にかつ精度良く検査可能な検査装置を提供することである。

本発明が解決しようとする他の課題は、SEMで問題のあった帯電の問題を解決して検査対象を精度良く検査可能な検査装置を提供することである。

本発明が解決しようとする更に別の課題は、上記のような検査装置を用いてウエハ等の検査対象の検査を行うことにより歩留まりの良いデバイス製造方法を提供することである。

#### 【0005】

##### 【課題を解決するための手段】

本願の一つの発明は、電子線を検査対象に照射して前記検査対象を検査する装置において、

電子源からの一次電子線を前記検査対象に照射し、前記一次電子線の照射により放出された二次電子の像を投影する電子光学系及び前記電子光学系により投影された二次電子像を検出する検出器を有する電子光学装置と、

前記検査対象を保持して前記電子光学系に関して相対的に移動させるステージ装置と、

清浄気体を前記検査対象に流して前記検査対象への塵埃の付着を阻止するミニエンバイロメント装置と、

前記ステージ装置を収容しておりかつ真空雰囲気中に制御可能になっているワーキングチャンバと、

前記ミニエンバイロメント装置と前記ワーキングチャンバとの間に配置されていて、それぞれ独立して真空雰囲気に制御可能になっている少なくとも二つのローディングチャンバと、

前記ミニエンバイロメント装置と前記ローディングチャンバの一つ内との間で前記検査対象を移送可能な搬送ユニット及び前記一つのローディングチャンバ内と前記ステージ装置上との間で前記検査対象を移送可能な別の搬送ユニットを有するローダーと、を備え、

前記ワーキングチャンバ及びローディングチャンバが振動遮断装置を介して支持されて構成されている。

【 0 0 0 6 】

本願の他の発明は、電子線を検査対象に照射して前記検査対象を検査する装置において、

電子源からの一次電子線を前記検査対象に照射し、前記一次電子線の照射により放出された二次電子を減速電界型対物レンズで加速してその像を投影する電子光学系、前記電子光学系により投影された二次電子像を検出する検出器及び前記減速電界型対物レンズと前記検査対象との間に配置されていて前記検査対象の前記一次電子線の照射面における電界強度を制御する電極を有する電子光学装置と

前記検査対象を保持して前記電子光学系に関して相対的に移動させるステージ装置と、

前記ステージ装置を収容しておりかつ真空雰囲気に制御可能になっているワーキングチャンバと、

前記ワーキングチャンバ内の前記ステージ装置上に前記検査対象を供給する口

ーダーと、

前記ワーキングチャンバ内に配置された前記検査対象に荷電粒子線を照射して前記検査対象の帯電むらを減少するプレチャージユニット及び前記検査対象に電位を印加する電位印加機構と、を備え、

前記ワーキングチャンバが振動遮断装置を介して支持された支持装置により支持されて構成されている。

上記検査装置において、前記ローダーが、それぞれが独立して雰囲気制御可能になっている第1のローディングチャンバ及び第2のローディングチャンバと、前記検査対象を第1のローディングチャンバ内とその外部との間で搬送する第1の搬送ユニットと、前記第2のローディングチャンバに設けられていて前記検査対象を前記第1のローディングチャンバ内と前記ステージ装置上との間で搬送する第2の搬送ユニットとを備え、前記検査装置が、更に、前記ローダーにより搬送される検査対象に清浄気体を流して塵埃の付着を阻止するための仕切られたミニエンバイロメント空間を更に備え、前記ローディングチャンバと前記ワーキングチャンバとが振動遮断装置を介して支持装置により支持されていてもよい。

また、上記検査装置において、更に、前記電子光学系に対する前記検査対象の位置決めのために前記検査対象の表面を観察してアライメントを制御するアライメント制御装置と、前記ステージ装置上の前記検査対象の座標を検出するレーザ干渉測距装置とを備え、前記アライメント制御装置により検査対象に存在するパターンを利用して検査対象の座標を決めてもよく、この場合、前記検査対象の位置合わせは、前記ミニエンバイロメント空間内で行われる粗位置合わせと、前記ステージ装置上で行われるXY方向の位置合わせ及び回転方向の位置合わせとを含んでいてもよい。

本願の他の発明は、検査装置を用いてプロセス途中又はその後のウエハの欠陥を検出するデバイス製造方法である。

【0007】

【実施の形態】

以下、図面を参照して、本発明一つの実施形態について、検査対象として表面にパターンが形成された基板すなわちウエハを検査する半導体検査装置として説

明する。

図 1 及び図 2 において、本実施形態の半導体検査装置 1 の主要構成要素が立面及び平面で示されている。

本実施形態の半導体検査装置 1 は、複数枚のウエハを収納したカセットを保持するカセットホルダ 10 と、ミニエンバイロメント装置 20 と、ワーキングチャンバを画成する主ハウジング 30 と、ミニエンバイロメント装置 20 と主ハウジング 30 との間に配置されていて、二つのローディングチャンバを画成するローダハウジング 40 と、ウエハをカセットホルダ 10 から主ハウジング 30 内に配置されたステージ装置 50 上に装填するローダー 60 と、真空ハウジングに取り付けられた電子光学装置 70 と、を備え、それらは図 1 及び図 2 に示されるような位置関係で配置されている。半導体検査装置 1 は、更に、真空の主ハウジング 30 内に配置されたプレチャージユニット 81 と、ウエハに電位を印加する電位印加機構 83 (図 8 に図示) と、電子ビームキャリブレーション機構 85 (図 10 に図示) と、ステージ装置上でのウエハの位置決めを行うためのアライメント制御装置 87 を構成する光学顕微鏡 871 とを備えている。

#### 【0008】

カセットホルダ 10 は、複数枚 (例えば 25 枚) のウエハが上下方向に平行に並べられた状態で収納されたカセット c (例えば、アシスト社製の F O U P のようなクローズドカセット) を複数個 (この実施形態では 2 個) 保持するようになっている。このカセットホルダとしては、カセットをロボット等により搬送してきて自動的にカセットホルダ 10 に装填する場合にはそれに適した構造のものを、また人手により装填する場合にはそれに適したオープンカセット構造のものをそれぞれ任意に選択して設置できるようになっている。カセットホルダ 10 は、この実施形態では、自動的にカセット c が装填される形式であり、例えば昇降テーブル 11 と、その昇降テーブル 11 を上下移動させる昇降機構 12 とを備え、カセット c は昇降テーブル上に図 2 で鎖線図示の状態で自動的にセット可能になっていて、セット後、図 2 で実線図示の状態で自動的に回転されてミニエンバイロメント装置内の第 1 の搬送ユニットの回動軸線に向けられる。また、昇降テーブル 11 は図 1 で鎖線図示の状態で降下される。このように、自動的に装填する場

合に使用するカセットホルダ、或いは人手により装填する場合に使用するカセットホルダはいずれも公知の構造のものを適宜使用すれば良いので、その構造及び機能の詳細な説明は省略する。

なお、カセット c 内に収納される基板すなわちウエハは、検査を受けるウエハであり、そのような検査は、半導体製造工程中でウエハを処理するプロセスの後、若しくはプロセスの途中で行われる。具体的には、成膜工程、CMP、イオン注入等を受けた基板すなわちウエハ、表面に配線パターンが形成されたウエハ、又は配線パターンが未だに形成されていないウエハが、カセット内に収納される。カセット c 内に収容されるウエハは多数枚上下方向に隔ててかつ平行に並べて配置されているため、任意の位置のウエハと後述する第 1 の搬送ユニットで保持できるように、第 1 の搬送ユニットのアームを上下移動できるようになっている。

#### 【0009】

図 1 ないし図 3 において、ミニエンバイロメント装置 20 は、雰囲気制御されるようになっているミニエンバイロメント空間 21 を画成するハウジング 22 と、ミニエンバイロメント空間 21 内で清浄空気のような気体を循環して雰囲気制御するための気体循環装置 23 と、ミニエンバイロメント空間 21 内に供給された空気の一部を回収して排出する排出装置 24 と、ミニエンバイロメント空間 21 内に配設されていて検査対象としての基板すなわちウエハを粗位置決めするブリアライナー 25 とを備えている。

ハウジング 22 は、頂壁 221、底壁 222 及び四周を囲む周壁 223 を有していて、ミニエンバイロメント空間 21 を外部から遮断する構造になっている。ミニエンバイロメント空間を雰囲気制御するために、気体循環装置 23 は、図 3 に示されるように、ミニエンバイロメント空間 21 内において、頂壁 221 に取り付けられていて、気体（この実施形態では空気）を清浄にして一つ又はそれ以上の気体吹き出し口（図示せず）を通して清浄空気を真下に向かって層流状に流す気体供給ユニット 231 と、ミニエンバイロメント空間内において底壁 222 の上に配置されていて、底に向かって流れ下った空気を回収する回収ダクト 232 と、回収ダクト 232 と気体供給ユニット 231 とを接続して回収された空

気を気体供給ユニット 2 3 1 に戻す導管 2 3 3 とを備えている。この実施形態では、気体供給ユニット 2 3 1 は供給する空気の約 2 0 % をハウジング 2 2 の外部から取り入れて清浄にするようになっているが、この外部から取り入れられる気体の割合は任意に選択可能である。気体供給ユニット 2 3 1 は、清浄空気をつくりだすための公知の構造の H E P A 若しくは U L P A フィルタを備えている。清浄空気の層流状の下方向の流れすなわちダウンフローは、主に、ミニエンバイロメント空間 2 1 内に配置された後述する第 1 の搬送ユニットによる搬送面を通して流れるように供給され、搬送ユニットにより発生する虞のある塵埃がウエハに付着するのを防止するようになっている。したがって、ダウンフローの噴出口は必ずしも図示のように頂壁に近い位置である必要はなく、搬送ユニットによる搬送面より上側にあればよい。また、ミニエンバイロメント空間全面に亘って流す必要もない。なお、場合によっては、清浄空気としてイオン風を使用することによって清浄度を確保することができる。また、ミニエンバイロメント空間内には清浄度を観察するためのセンサを設け、清浄度が悪化したときに装置をシャットダウンすることもできる。ハウジング 2 2 の周壁 2 2 3 のうちカセットホルダ 1 0 に隣接する部分には出入り口 2 2 5 が形成されている。出入り口 2 2 5 近傍には公知の構造のシャッタ装置を設けて出入り口 2 2 5 をミニエンバイロメント装置側から閉じるようにしてもよい。ウエハ近傍でつくる層流のダウンフローは、例えば 0. 3 ないし 0. 4 m / s e c の流速でよい。気体供給ユニットはミニエンバイロメント空間内でなくその外側に設けてもよい。

#### 【 0 0 1 0 】

排出装置 2 4 は、前記搬送ユニットのウエハ搬送面より下側の位置で搬送ユニットの下部に配置された吸入ダクト 2 4 1 と、ハウジング 2 2 の外側に配置されたブロワー 2 4 2 と、吸入ダクト 2 4 1 とブロワー 2 4 2 とを接続する導管 2 4 3 と、を備えている。この排出装置 2 4 は、搬送ユニットの周囲を流れ下り搬送ユニットにより発生する可能性のある塵埃を含んだ気体を、吸入ダクト 2 4 1 により吸引し、導管 2 4 3、2 4 4 及びブロワー 2 4 2 を介してハウジング 2 2 の外側に排出する。この場合、ハウジング 2 2 の近くに引かれた排気管（図示せず）内に排出してもよい。

ミニエンバイロメント空間 2 1 内に配置されたアライナー 2 5 は、ウエハに形成されたオリエンテーションフラット（円形のウエハの外周に形成された平坦部分を言い、以下においてオリフラと呼ぶ）や、ウエハの外周縁に形成された一つ又はそれ以上の V 型の切欠きすなわちノッチを光学的に或いは機械的に検出してウエハの軸線 O-O の周りの回転方向の位置を約 ± 1 度の精度で予め位置決めしておくようになっている。プリアライナーは請求項に記載された発明の検査対象の座標を決める機構の一部を構成し、検査対象の粗位置決めを担当する。このプリアライナー自体は公知の構造のものでよいので、その構造、動作の説明は省略する。

なお、図示しないが、プリアライナーの下部にも排出装置用の回収ダクトを設けて、プリアライナーから排出された塵埃を含んだ空気を外部に排出するようにしてもよい。

#### 【 0 0 1 1 】

図 1 及び図 2 において、ワーキングチャンバ 3 1 を画成する主ハウジング 3 0 は、ハウジング本体 3 2 を備え、そのハウジング本体 3 2 は、台フレーム 3 6 上に配置された振動遮断装置すなわち防振装置 3 7 の上に載せられたハウジング支持装置 3 3 によって支持されている。ハウジング支持装置 3 3 は矩形に組まれたフレーム構造体 3 3 1 を備えている。ハウジング本体 3 2 はフレーム構造体 3 3 1 上に配設固定されていて、フレーム構造体上に載せられた底壁 3 2 1 と、頂壁 3 2 2 と、底壁 3 2 1 及び頂壁 3 2 2 に接続されて四周を囲む周壁 3 2 3 とを備えていてワーキングチャンバ 3 1 を外部から隔離している。底壁 3 2 1 は、この実施形態では、上に載置されるステージ装置等の機器による加重で歪みの発生しないように比較的肉厚の厚い鋼板で構成されているが、その他の構造にしてもよい。この実施形態において、ハウジング本体及びハウジング支持装置 3 3 は、剛構造に組み立てられていて、台フレーム 3 6 が設置されている床からの振動がこの剛構造に伝達されるのを防振装置 3 7 で阻止するようになっている。ハウジング本体 3 2 の周壁 3 2 3 のうち後述するローダハウジングに隣接する周壁にはウエハ出し入れ用の出入り口 3 2 5 が形成されている。

なお、防振装置は、空気バネ、磁気軸受け等を有するアクティブ式のものでも

、或いはこれらを有するパッシブ式のもよい。いずれも公知の構造のものでよいので、それ自体の構造及び機能の説明は省略する。ワーキングチャンバ 3 1 は公知の構造の真空装置（図示せず）により真空雰囲気に保たれるようになっている。台フレーム 3 6 の下には装置全体の動作を制御する制御装置 2 が配置されている。

# 【 0 0 1 2 】

図 1、図 2 及び図 4 において、ローダハウジング 4 0 は、第 1 のローディングチャンバ 4 1 と第 2 のローディングチャンバ 4 2 とを画成するハウジング本体 4 3 を備えている。ハウジング本体 4 3 は底壁 4 3 1 と、頂壁 4 3 2 と、四周を囲む周壁 4 3 3 と、第 1 のローディングチャンバ 4 1 と第 2 のローディングチャンバ 4 2 とを仕切る仕切壁 4 3 4 とを有していて、両ローディングチャンバを外部から隔離できるようになっている。仕切壁 4 3 4 には両ローディングチャンバ間でウエハのやり取りを行うための開口すなわち出入り口 4 3 5 が形成されている。また、周壁 4 3 3 のミニエンバイロメント装置及び主ハウジングに隣接した部分には出入り口 4 3 6 及び 4 3 7 が形成されている。このローダハウジング 4 0 のハウジング本体 4 3 は、ハウジング支持装置 3 3 のフレーム構造体 3 3 1 上に載置されてそれによって支持されている。したがって、このローダハウジング 4 0 にも床の振動が伝達されないようになっている。ローダハウジング 4 0 の出入り口 4 3 6 とミニエンバイロメント装置のハウジング 2 2 の出入り口 2 2 6 とは整合されていて、そこにはミニエンバイロメント空間 2 1 と第 1 のローディングチャンバ 4 1 との連通を選択的に阻止するシャッタ装置 2 7 が設けられている。シャッタ装置 2 7 は、出入り口 2 2 6 及び 4 3 6 の周囲を囲んで側壁 4 3 3 と密に接触して固定されたシール材 2 7 1、シール材 2 7 1 と協働して出入り口を介しての空気の流通を阻止する扉 2 7 2 と、その扉を動かす駆動装置 2 7 3 とを有している。また、ローダハウジング 4 0 の出入り口 4 3 7 とハウジング本体 3 2 の出入り口 3 2 5 とは整合されていて、そこには第 2 のローディングチャンバ 4 2 とワーキングチャンバ 3 1 との連通を選択的に密封阻止するシャッタ装置 4 5 が設けられている。シャッタ装置 4 5 は、出入り口 4 3 7 及び 3 2 5 の周囲を囲んで側壁 4 3 3 及び 3 2 3 と密に接触してそれらに固定されたシール材 4 5 1

、シール材 4 5 1 と協働して出入り口を介しての空気の流通を阻止する扉 4 5 2 と、その扉を動かす駆動装置 4 5 3 とを有している。更に、仕切壁 4 3 4 に形成された開口には、扉 4 6 1 によりそれを閉じて第 1 及び第 2 のローディングチャンバ間の連通を選択的に密封阻止するシャッタ装置 4 6 が設けられている。これらのシャッタ装置 2 7、4 5 及び 4 6 は、閉じ状態にあるとき各チャンバを気密シールできるようになっている。これらのシャッタ装置は公知のものでよいので、その構造及び動作の詳細な説明は省略する。なお、ミニエンバイロメント装置 2 0 のハウジング 2 2 の支持方法とローダハウジングの支持方法が異なり、ミニエンバイロメント装置を介して床からの振動がローダハウジング 4 0、主ハウジング 3 0 に伝達されるのを防止するために、ハウジング 2 2 とローダハウジング 4 0 との間には出入り口の周囲を気密に囲むように防振用のクッション材を配置しておけば良い。

#### 【0 0 1 3】

第 1 のローディングチャンバ 4 1 内には、複数（この実施形態では 2 枚）のウエハを上下に隔てて水平の状態で支持するウエハラック 4 7 が配設されている。ウエハラック 4 7 は、図 5 の示されるように、矩形の基板 4 7 1 の四隅に互いに隔てて直立状態で固定された支柱 4 7 2 を備え、各支柱 4 7 2 にはそれぞれ 2 段の支持部 4 7 3 及び 4 7 4 が形成され、その支持部の上にウエハ W の周縁を載せて保持するようになっている。そして後述する第 1 及び第 2 の搬送ユニットのアームの先端を隣接する支柱間からウエハに接近させてアームによりウエハを把持するようになっている。

#### 【0 0 1 4】

ローディングチャンバ 4 1 及び 4 2 は、図示しない真空ポンプを含む公知の構造の真空排気装置（図示せず）によって高真空状態（真空度としては  $10^{-5} \sim 10^{-6}$  Pa）に雰囲気制御され得るようになっている。この場合、第 1 のローディングチャンバ 4 1 を低真空チャンバとして低真空雰囲気に保ち、第 2 のローディングチャンバ 4 2 を高真空チャンバとして高真空雰囲気に保ち、ウエハの汚染防止を効果的に行うこともできる。このような構造を採用することによってローディングチャンバ内に收容されていて次に欠陥検査されるウエハをワーキングチャ

ンバ内に遅滞なく搬送することができる。このようなローディングチャンバを採用することによって、後述するマルチビーム型電子装置原理と共に、欠陥検査のスループットを向上させ、更に保管状態が高真空状態であることを要求される電子源周辺の真空度を可能な限り高真空度状態にすることができる。

第 1 及び第 2 のローディングチャンバ 4 1 及び 4 2 は、それぞれ真空排気配管と不活性ガス（例えば乾燥純窒素）用のベント配管（それぞれ図示せず）が接続されている。これによって、各ローディングチャンバ内の大気圧状態は不活性ガスベント（不活性ガスを注入して不活性ガス以外の酸素ガス等が表面に付着するのを防止する）によって達成される。このような不活性ガスベントを行う装置自体は公知の構造のものでよいので、その詳細な説明は省略する。

なお、電子線を使用する本発明の検査装置において、後述する電子光学系の電子源として使用される代表的な六硼化ランタン（ $\text{LaB}_6$ ）等は一度熱電子を放出する程度まで高温状態に加熱された場合には、酸素等に可能な限り接触させないことがその寿命を縮めないために肝要であるが、電子光学系が配置されているワーキングチャンバにウエハを搬入する前段階で上記のような雰囲気制御を行うことにより、より確実に実行できる。

#### 【 0 0 1 5 】

ステージ装置 5 0 は、主ハウジング 3 0 の底壁 3 2 1 上に配置された固定テーブル 5 1 と、固定テーブル上で Y 方向（図 1 において紙面に垂直の方向）に移動する Y テーブル 5 2 と、Y テーブル上で X 方向（図 1 において左右方向）に移動する X テーブル 5 3 と、X テーブル上で回転可能な回転テーブル 5 4 と、回転テーブル 5 4 上に配置されたホルダ 5 5 とを備えている。そのホルダ 5 5 のウエハ載置面 5 5 1 上にウエハを解放可能に保持する。ホルダは、ウエハを機械的に或いは静電チャック方式で解放可能に把持できる公知の構造のものでよい。ステージ装置 5 0 は、サーボモータ、エンコーダ及び各種のセンサ（図示せず）を用いて、上記のような複数のテーブルを動作させることにより、載置面 5 5 1 上でホルダに保持されたウエハを電子光学装置から照射される電子ビームに対して X 方向、Y 方向及び Z 方向（図 1 において上下方向）に、更にウエハの支持面に鉛直な軸線の回り方向（ $\theta$  方向）に高い精度で位置決めできるようになっている。な

お、Z方向の位置決めは、例えばホルダ上の載置面の位置をZ方向に微調整可能にしておけばよい。この場合、載置面の基準位置を微細径レーザによる位置測定装置（干渉計の原理を使用したレーザ干渉測距装置）によって検知し、その位置を図示しないフィードバック回路によって制御したり、それと共に或いはそれに代えてウエハのノッチ或いはオリフラの位置を測定してウエハの電子ビームに対する平面位置、回転位置を検知し、回転テーブルを微小角度制御可能なステッピングモータなどにより回転させて制御する。ワーキングチャンバ内での塵埃の発生を極力防止するために、ステージ装置用のサーボモータ521、531及びエンコーダ522、532は、主ハウジング30の外側に配置されている。なお、ステージ装置50は、例えばステッパー等で使用されている公知の構造のもので良いので、その構造及び動作の詳細な説明は省略する。また、上記レーザ干渉測距装置も公知の構造のものでよいので、その構造、動作の詳細な説明は省略する。

#### 【0016】

電子ビームに対するウエハの回転位置やX、Y位置を予め後述する信号検出系或いは画像処理系に入力することで得られる信号の基準化を図ることもできる。更に、このホルダに設けられたウエハチャック機構は、ウエハをチャックするための電圧を静電チャックの電極に与えられるようになっていて、ウエハの外周部の3点（好ましくは周方向に等隔に隔てられた）を押さえて位置決めするようになっている。ウエハチャック機構は、二つの固定位置決めピンと、一つの押圧式クランプピンとを備えている。クランプピンは、自動チャック及び自動リリースを実現できるようになっており、かつ電圧印加の導通箇所を構成している。

なお、この実施形態では図2で左右方向に移動するテーブルをXテーブルとし、上下方向に移動するテーブルをYテーブルとしたが、同図で左右方向に移動するテーブルをYテーブルとし、上下方向に移動するテーブルをXテーブルとしてもよい。

#### 【0017】

ローダー60は、ミニエンバイロメント装置20のハウジング22内に配置されたロボット式の第1の搬送ユニット61と、第2のローディングチャンバ42

内に配置されたロボット式の第2の搬送ユニット63とを備えている。

第1の搬送ユニット61は、駆動部611に関して軸線 $O_1-O_1$ の回りで回転可能になっている多節のアーム612を有している。多節のアームとしては任意の構造のものを使用できるが、この実施形態では、互いに回動可能に取り付けられた三つの部分を有している。第1の搬送ユニット61のアーム612の一つの部分すなわち最も駆動部611側の第1の部分は、駆動部611内に設けられた公知の構造の駆動機構（図示せず）により回転可能な軸613に取り付けられている。アーム612は、軸613により軸線 $O_1-O_1$ の回りで回動できると共に、部分間の相対回転により全体として軸線 $O_1-O_1$ に関して半径方向に伸縮可能になっている。アーム612の軸613から最も離れた第3の部分の先端には、には公知の構造の機械式チャック又は静電チャック等のウエハを把持する把持装置616が設けられている。駆動部611は、公知の構造の昇降機構615により上下方向に移動可能になっている。

この第1の搬送ユニット61は、アーム612がカセットホルダに保持された二つのカセットcの内いずれか一方の方向M1又はM2に向かってアームが伸び、カセットc内に収容されたウエハを1枚アームの上に載せ或いはアームの先端に取り付けたチャック（図示せず）により把持して取り出す。その後アームが縮み（図2に示すような状態）、アームがプリアライナー25の方向M3に向かって伸長できる位置まで回転してその位置で停止する。するとアームが再び伸びてアームに保持されたウエハをプリアライナー25に載せる。プリアライナーから前記と逆にしてウエハを受け取った後はアームは更に回転し第2のローディングチャンバ41に向かって伸長できる位置（向きM4）で停止し、第2のローディングチャンバ41内のウエハ受け47にウエハを受け渡す。なお、機械的にウエハを把持する場合にはウエハの周縁部（周縁から約5mmの範囲）を把持する。これはウエハには周縁部を除いて全面にデバイス（回路配線）が形成されており、この部分を把持するとデバイスの破壊、欠陥の発生を生じさせるからである。

#### 【0018】

第2の搬送ユニット63も第1の搬送ユニットと構造が基本的に同じであり、ウエハの搬送をウエハラック47とステージ装置の載置面上との間で行う点での

み相違するだけであるから、詳細な説明は省略する。

上記ローダー 6 0 では、第 1 及び第 2 の搬送ユニット 6 1 及び 6 3 は、カセットホルダに保持されたカセットからワーキングチャンバ 3 1 内に配置されたステージ装置 5 0 上への及びその逆のウエハの搬送をほぼ水平状態に保ったままで行い、搬送ユニットのアームが上下動するのは、単に、ウエハのカセットからの取り出し及びそれへの挿入、ウエハのウエハラックへの載置及びそこからの取り出し及びウエハのステージ装置への載置及びそこからの取り出しのときだけである。したがって、大型のウエハ、例えば直径 3 0 c m のウエハの移動もスムーズに行うことができる。

#### 【 0 0 1 9 】

次にカセットホルダに支持されたカセット c からワーキングチャンバ 3 1 内に配置されたステージ装置 5 0 までへのウエハの搬送を順を追って説明する。

カセットホルダ 1 0 は、前述のように人手によりカセットをセットする場合にはそれに適した構造のものが、また自動的にカセットをセットする場合にはそれに適した構造のものが使用される。この実施形態において、カセット c がカセットホルダ 1 0 の昇降テーブル 1 1 の上にセットされると、昇降テーブル 1 1 は昇降機構 1 2 によって降下されカセット c が出入り口 2 2 5 に整合される。

カセットが出入り口 2 2 5 に整合されると、カセットに設けられたカバー（図示せず）が開きまたカセット c とミニエンバイロメントの出入り口 2 2 5 との間には筒状の覆いが配置されてカセット内及びミニエンバイロメント空間内を外部から遮断する。これらの構造は公知のものであるから、その構造及び動作の詳細な説明は省略する。なお、ミニエンバイロメント装置 2 0 側に出入り口 2 2 5 を開閉するシャッタ装置が設けられている場合にはそのシャッタ装置が動作して出入り口 2 2 5 を開く。

一方第 1 の搬送ユニット 6 1 のアーム 6 1 2 は方向 M 1 又は M 2 のいずれかに向いた状態（この説明では M 1 の方向）で停止しており、出入り口 2 2 5 が開くとアームが伸びて先端でカセット内に収容されているウエハのうち 1 枚を受け取る。なお、アームと、カセットから取り出されるべきウエハとの上下方向の位置調整は、この実施形態では第 1 の搬送ユニット 6 1 の駆動部 6 1 1 及びアーム 6

1 2 の上下移動で行うが、カセットホルダの昇降テーブルの上下動行っても或いはその両者で行ってもよい。

#### 【 0 0 2 0 】

アーム 6 1 2 によるウエハの受け取りが完了すると、アームは縮み、シャッタ装置を動作して出入り口を閉じ（シャッタ装置がある場合）、次にアーム 6 1 2 は軸線  $O_1 - O_1$  の回りで回動して方向 M 3 に向けて伸長できる状態になる。すると、アームは伸びて先端に載せられ或いはチャックで把持されたウエハをプリアライナー 2 5 の上に載せ、そのプリアライナーによってウエハの回転方向の向き（ウエハ平面に垂直な中心軸線の回りの向き）を所定の範囲内に位置決めする。位置決めが完了すると搬送ユニット 6 1 はアームの先端にプリアライナー 2 5 からウエハを受け取ったのちアームを縮ませ、方向 M 4 に向けてアームを伸長できる姿勢になる。するとシャッタ装置 2 7 の扉 2 7 2 が動いて出入り口 2 2 6 及び 4 3 6 を開き、アーム 6 1 2 が伸びてウエハを第 1 のローディングチャンバ 4 1 内のウエハラック 4 7 の上段側又は下段側に載せる。なお、前記のようにシャッタ装置 2 7 が開いてウエハラック 4 7 にウエハが受け渡される前に、仕切壁 4 3 4 に形成された開口 4 3 5 はシャッタ装置 4 6 の扉 4 6 1 により気密状態で閉じられている。

#### 【 0 0 2 1 】

上記第 1 の搬送ユニットによるウエハの搬送過程において、ミニエンバイロメント装置のハウジングの上に設けられた気体供給ユニット 2 3 1 からは清浄空気が層流状に流れ（ダウンプローとして）、搬送途中で塵埃がウエハの上面に付着するのを防止する。搬送ユニット周辺の空気の一部（この実施形態では供給ユニットから供給される空気の約 2 0 % で主に汚れた空気）は排出装置 2 4 の吸入ダクト 2 4 1 から吸引されてハウジング外に排出される。残りの空気はハウジングの底部に設けられた回収ダクト 2 3 2 を介して回収され再び気体供給ユニット 2 3 1 に戻される。

#### 【 0 0 2 2 】

ローダハウジング 4 0 の第 1 のローディングチャンバ 4 1 内のウエハラック 4 7 内に第 1 の搬送ユニット 6 1 によりウエハが載せられると、シャッタ装置 2 7

が閉じて、ローディングチャンバ4 1内を密閉する。すると、第1のローディングチャンバ4 1内には不活性ガスが充填されて空気が追い出された後、その不活性ガスも排出されてそのローディングチャンバ4 1内は真空雰囲気になる。この第1のローディングチャンバの真空雰囲気は低真空度でよい。ローディングチャンバ4 1内の真空度がある程度得られると、シャッタ装置4 6が動作して扉4 6 1で密閉していた出入り口4 3 4を開き、第2の搬送ユニット6 3のアーム6 3 2が伸びて先端の把持装置でウエハ受け4 7から1枚のウエハを受け取る（先端の上に載せて或いは先端に取り付けられたチャックで把持して）。ウエハの受け取りが完了するとアームが縮み、シャッタ装置4 6が再び動作して扉4 6 1で出入り口4 3 5を閉じる。なお、シャッタ装置4 6が開く前にアーム6 3 2は予めウエハラック4 7の方向N 1に向けて伸長できる姿勢になる。また、前記のようにシャッタ装置4 6が開く前にシャッタ装置4 5の扉4 5 2で出入り口4 3 7、3 2 5を閉じていて、第2のローディングチャンバ4 2内とワーキングチャンバ3 1内との連通を気密状態で阻止しており、第2のローディングチャンバ4 2内は真空排気される。

### 【0 0 2 3】

シャッタ装置4 6が出入り口4 3 5を閉じると、第2のローディングチャンバ内は再度真空排気され、第1のローディングチャンバ内よりも高真空度で真空にされる。その間に、第2の搬送ユニット6 1のアームはワーキングチャンバ3 1内のステージ装置5 0の方向に向いて伸長できる位置に回転される。一方ワーキングチャンバ3 1内のステージ装置では、Yテーブル5 2が、Xテーブル5 3の中心線 $X_0-X_0$ が第2の搬送ユニット6 3の回動軸線 $O_2-O_2$ を通るX軸線 $X_1-X_1$ とほぼ一致する位置まで、図2で上方に移動し、また、Xテーブル5 3は図2で最も左側の位置に接近する位置まで移動し、この状態で待機している。第2のローディングチャンバがワーキングチャンバの真空状態と略同じになると、シャッタ装置4 5の扉4 5 2が動いて出入り口4 3 7、3 2 5を開き、アームが伸びてウエハを保持したアームの先端がワーキングチャンバ3 1内のステージ装置に接近する。そしてステージ装置5 0の載置面5 5 1上にウエハを載置する。ウエハの載置が完了するとアームが縮み、シャッタ装置4 5が出入り口4 3 7、

3 2 5 を閉じる。

以上は、カセット c 内のウエハをステージ装置上に搬送するまでの動作に付いて説明したが、ステージ装置に載せられて処理が完了したウエハをステージ装置からカセット c 内に戻すには前述と逆の動作を行って戻す。また、ウエハラック 4 7 に複数のウエハを載置しておくため、第 2 の搬送ユニットでウエハラックとステージ装置との間でウエハの搬送を行う間に、第 1 の搬送ユニットでカセットとウエハラックとの間でウエハの搬送を行うことができ、検査処理を効率良く行うことができる。

#### 【 0 0 2 4 】

図 6 において、主ハウジングの支持方法の変形例がで示されている。図 6 [A] に示された変形例では、ハウジング支持装置 3 3 a を厚肉で矩形の鋼板 3 3 . 1 a で構成し、その鋼板の上にハウジング本体 3 2 a が載せられている。したがって、ハウジング本体 3 2 a の底壁 3 2 1 a は、前記実施形態の底壁に比較して薄い構造になっている。図 6 [B] に示された変形例では、ハウジング支持装置 3 3 b のフレーム構造体 3 3 6 b によりハウジング本体 3 2 b 及びローダハウジング 4 0 b を吊り下げて状態で支持するようになっている。フレーム構造体 3 3 6 b に固定された複数の縦フレーム 3 3 7 b の下端は、ハウジング本体 3 2 b の底壁 3 2 1 b の四隅に固定され、その底壁により周壁及び頂壁を支持するようになっている。そして防振装置 3 7 b は、フレーム構造体 3 3 6 b と台フレーム 3 6 b との間に配置されている。また、ローダハウジング 4 0 もフレーム構造体 3 3 6 に固定された吊り下げ部材 4 9 b によって吊り下げられている。ハウジング本体 3 2 b のこの図 6 [B] に示された変形例では、吊り下げ式に支えるので主ハウジング及びその中に設けられた各種機器全体の低重心化が可能である。上記変形例を含めた主ハウジング及びローダハウジングの支持方法では主ハウジング及びローダハウジングに床からの振動が伝わらないようになっている。

図示しない別の変形例では、主ハウジングのハウジング本外のみがハウジング支持装置によって下から支えられ、ローダハウジングは隣接するミニエンバイロメント装置と同じ方法で床上に配置され得る。また、図示しない更に別の変形例では、主ハウジングのハウジング本体のみがフレーム構造体に吊り下げ式で支持

され、ローダハウジングは隣接するミニエンバイロメント装置と同じ方法で床上に配置され得る。

#### 【0025】

電子光学装置70は、ハウジング本体32に固定された鏡筒71を備え、その中には、図7に概略図示するような、一次電子光学系（以下単に一次光学系）72と、二次電子光学系（以下単に二次光学系）74とを備える電子光学系と、検出系76とが設けられている。一次光学系72は、電子線を検査対象であるウエハWの表面に照射する光学系で、電子線を放出する電子銃721と、電子銃721から放出された一次電子線を集束する静電レンズからなるレンズ系722と、ウィーンフィルタすなわちE×B分離器723と、対物レンズ系724と、を備え、それらは、図7に示されるように電子銃721を最上部にして順に配置されている。この実施形態の対物レンズ系724を構成するレンズは減速電界型対物レンズである。この実施形態では、電子銃721から放出される一次電子線の光軸は、検査対象であるウエハWに照射される照射光軸（ウエハの表面に垂直になっている）に関して斜めになっている。対物レンズ系724と検査対象であるウエハWとの間には電極725が配置されている。この電極725は一次電子線の照射光軸に関して軸対称の形状になっていて、電源726によって電圧制御されるようになっている。

#### 【0026】

二次光学系74は、E×B型偏向器724により一次光学系から分離された二次電子を通す静電レンズから成るレンズ系741を備えている。このレンズ系741は二次電子像を拡大する拡大レンズとして機能する。

検出系76は、レンズ系741の結像面に配置された検出器761及び画像処理部763を備えている。

#### 【0027】

次に、上記構成の電子光学装置70の動作に付いて説明する。

電子銃721から放出された一次電子線は、レンズ系722によって集束される。収束された一次電子線はE×B型偏向器723に入射され、ウエハWの表面に垂直に照射されるように偏向され、対物レンズ系724によってウエハWの表

面上に結像される。

一次電子線の照射によってウエハから放出された二次電子は、対物レンズ系 7 2 4 によって加速され、E×B型偏向器 7 2 3 に入射し、その偏向器を直進して二次光学系のレンズ系 7 4 1 により検出器 7 6 1 に導かれる。そして、その検出器 7 6 1 によって検出され、その検出信号が画像処理部 7 6 3 に送られる。

なお、この実施形態において、対物レンズ系 7 2 4 は、1 0 ないし 2 0 k V の高電圧が印加され、ウエハは設置されているものとする。

#### 【 0 0 2 8 】

ここで、ウエハ W にビア b がある場合に、電極 7 2 5 に与える電圧を - 2 0 0 V とすると、ウエハの電子線照射面の電界は、0 ~ - 0 . 1 V / mm ( - はウエハ W 側が高電位であることを示す) となった。この状態で、対物レンズ系 7 2 4 とウエハ W との間に放電は発生せずに、ウエハ W の欠陥検査は行えたが、二次電子の検出効率が若干下がってしまう。したがって、電子線を照射し二次電子を検出する一連の動作を、例えば 4 回行い、得られた 4 回分の検出結果を累積加算や平均化等の処理を施して所定の検出感度を得た。

#### 【 0 0 2 9 】

また、ウエハにビア b がない場合に、電極 7 2 5 に与える電圧を + 3 5 0 V としても、対物レンズ系 7 2 4 とウエハとの間に放電は発生せずに、ウエハ W の欠陥検査は行えた。この場合、電極 7 2 5 に与えた電圧によって二次電子が集束され、対物レンズ 7 2 4 によっても更に集束されるので、検出器 7 6 1 における二次電子の検出効率は向上した。よって、ウエハ欠陥装置としての処理も高速となり、高いスループットで検査が行えた。

#### 【 0 0 3 0 】

プレチャージユニット 8 1 は、図 1 に示されるように、ワーキングチャンバ 3 1 内で電子光学装置 7 0 の鏡筒 7 1 に隣接して配設されている。本検査装置では検査対象である基板すなわちウエハに電子線を走査して照射することによりウエハ表面に形成されたデバイスパターン等を検査する形式の装置であるから、電子線の照射により生じる二次電子等の情報をウエハ表面の情報とするが、ウエハ材料、照射電子のエネルギー等の条件によってウエハ表面が帯電 (チャージアップ)

することがある。更に、ウエハ表面でも強く帯電する箇所、弱い帯電箇所が生じる可能性がある。ウエハ表面の帯電量にむらがあると二次電子情報もむらを生じ、正確な情報を得ることができない。そこで、本実施形態では、このむらを防止するために、荷電粒子照射部 811 を有するプレチャージユニット 81 が設けられている。検査するウエハの所定の箇所に検査電子を照射する前に、帯電むらをなくすためにこのプレチャージユニットの荷電粒子照射部 811 から荷電粒子を照射して帯電のむらを無くす。このウエハ表面のチャージアップは予め検出対称であるウエハ面の画像を形成し、その画像を評価することで検出し、その検出に基づいてプレチャージユニット 81 を動作させる。

また、このプレチャージユニットでは一次電子線をぼかして照射してもよい。

#### 【0031】

図 8 において、電位印加機構 83 は、ウエハから放出される二次電子情報（二次電子発生率）が、ウエハの電位に依存すると言う事実に基づいて、ウエハを載置するステージの設置台に±数 V の電位を印加することにより二次電子の発生を制御するものである。また、この電位印加機構は、照射電子が当初有しているエネルギーを減速し、ウエハに 100～500 eV 程度の照射電子エネルギーとするための用途も果たす。

電位印加機構 83 は、図 8 に示されるように、ステージ装置 50 の載置面 541 と電氣的に接続された電圧印加装置 831 と、チャージアップ調査及び電圧決定システム（以下調査及び決定システム）832 とを備えている。調査及び決定システム 832 は、電子光学装置 70 の検出系 76 の画像形成部 763 に電氣的に接続されたモニター 833 と、モニター 833 に接続されたオペレータ 834 と、オペレータ 834 に接続された CPU 835 とを備えている。CPU 835 は、前記電圧印加装置 831 に信号を供給するようになっている。

上記電位印加機構は、検査対象であるウエハが帯電し難い電位を探し、その電位を印加するように設計されている。

#### 【0032】

図 9 において、電子ビームキャリブレーション機構 85 は、前記回転テーブル上でウエハの載置面 541 の側部の複数箇所に設置された、ビーム電流測定用の

それぞれ複数のファラデーカップ 8 5 1 及び 8 5 2 を備えている。ファラデーカップ 8 5 1 は細いビーム用（約  $\phi 2 \mu\text{m}$ ）で、ファラデーカップ 8 5 2 は太いビーム用（約  $\phi 30 \mu\text{m}$ ）である。細いビーム用のファラデーカップ 8 5 1 では回転テーブルをステップ送りすることで、ビームプロファイルを測定し、太いビーム用のファラデーカップ 8 5 2 ではビームの総電流量を計測する。ファラデーカップ 8 5 1 及び 8 5 2 は、上表面が載置面 5 4 1 上に載せられたウェハ W の上表面と同じレベルになるように配置されている。このようにして電子銃から放出される一次電子線を常時監視する。これは、電子銃が常時一定の電子線を放出できるわけではなく、使用しているうちにその放出量が増減するためである。

### 【 0 0 3 3 】

アライメント制御装置 8 7 は、ステージ装置 5 0 を用いてウェハ W を電子光学装置 7 0 に対して位置決めさせる装置であって、ウェハを光学顕微鏡 8 7 1 を用いた広視野観察による概略合わせ（電子光学系によるよりも倍率が低い測定）、電子光学装置 7 0 の電子光学系を用いた高倍率合わせ、焦点調整、検査領域設定、パターンアライメント等の制御を行うようになっている。このように光学系を用いて低倍率でウェハを検査するのは、ウェハのパターンの検査を自動的に行うためには、電子線を用いた狭視野でウェハのパターンを観察してウェハアライメントを行う時に、電子線によりアライメントマークを容易に検出する必要があるからである。

光学顕微鏡 8 7 1 は、ハウジングに設けられ（ハウジング内で移動可能な設けられていてもよい）ており、光学顕微鏡を動作させるための光源も図示しないがハウジング内に設けられている。また高倍率の観察を行う電子光学系は電子光学装置 7 0 の電子光学系（一次光学系 7 2 及び二次光学系 7 4）を共用するものである。その構成を概略図示すれば、図 1 0 に示されるようになる。ウェハ上の被観察点を低倍率で観察するには、ステージ装置 5 0 の X ステージ 5 3 を X 方向に動かすことによってウェハの被観察点を光学顕微鏡の視野内に移動させる。光学顕微鏡 8 7 1 で広視野でウェハを視認してそのウェハ上の観察すべき位置を CCD 8 7 2 を介してモニタ 8 7 3 に表示させ、観察位置をおおよそ決定する。この場合光学顕微鏡の倍率を低倍率から高倍率に変化させていってもよい。

## 【 0 0 3 4 】

次に、ステージ装置 5 0 を電子光学装置 7 0 の光軸と光学顕微鏡 8 7 1 の光軸との間隔  $\delta x$  に相当する距離だけ移動させて光学顕微鏡で予め決めたウエハ上の被観察点を電子光学装置の視野位置に移動させる。この場合、電子光学装置の軸線  $O_3-O_3$  と光学顕微鏡 8 7 1 の光軸  $O_4-O_4$  との間の距離（この実施形態では X 軸線に沿った方向にのみ両者は位置ずれしているものとするが、Y 軸方向及び Y 軸方向に位置ずれしていてもよい） $\delta x$  は予めわかっている所以その値  $\delta x$  だけ移動させれば被観察点を視認位置に移動させることができる。電子光学装置の視認位置への被観察点の移動が完了した後、電子光学系により高倍率で被観察点を SEM 撮像して画像を記憶したり又は CCD 7 6 1 を介してモニタ 7 6 5 に表示させる。

このようにして電子光学系による高倍率でウエハの観察点をモニタに表示させた後、公知の方法によりステージ装置 5 0 の回転テーブル 5 4 の回転中心に関するウエハの回転方向の位置ずれすなわち電子光学系の光軸  $O_3-O_3$  に対するウエハの回転方向のずれ  $\delta \theta$  を検出し、また電子光学装置に関する所定のパターンの X 軸及び Y 軸方向の位置ずれを検出する。そしてその検出値並びに別途得られたウエハに設けられた検査マークのデータ或いはウエハのパターンの形状等に関するデータに基づいてステージ装置 5 0 の動作を制御してウエハのアライメントを行う。

## 【 0 0 3 5 】

次に図 1 1 及び図 1 2 を参照して本発明による半導体デバイスの製造方法の実施例を説明する。

図 1 1 は、本発明による半導体デバイスの製造方法の一実施例を示すフローチャートである。この実施例の製造工程は以下の主工程を含んでいる。

- (1) ウエハを製造するウエハ製造工程（又はウエハを準備するウエハ準備工程）
- (2) 露光に使用するマスクを製造するマスク製造工程（又はマスクを準備するマスク準備工程）
- (3) ウエハに必要な加工処理を行うウエハプロセッシング工程

(4) ウエハ上に形成されたチップを1個ずつ切り出し、動作可能にならしめる  
チップ組立工程

(5) できたチップを検査するチップ検査工程

なお、上記のそれぞれの主工程は更に幾つかのサブ工程からなっている。

【0036】

これらの主工程の中で、半導体デバイスの性能に決定的な影響を及ぼすのが  
(3) のウエハプロセッシング工程である。この工程では、設計された回路パターンをウエハ上に順次積層し、メモリやMPUとして動作するチップを多数形成する。このウエハプロセッシング工程は以下の各工程を含んでいる。

(A) 絶縁層となる誘電体薄膜や配線部、或いは電極部を形成する金属薄膜等を形成する薄膜形成工程 (CVDやスパッタリング等を用いる)

(B) この薄膜層やウエハ基板を酸化する酸化工程

(C) 薄膜層やウエハ基板等を選択的に加工するためにマスク (レチクル) を用いてレジストパターンを形成するリソグラフィー工程

(D) レジストパターンに従って薄膜層や基板を加工するエッチング工程 (例えばドライエッチング技術を用いる)

(E) イオン・不純物注入拡散工程

(F) レジスト剥離工程

(G) 加工されたウエハを検査する工程

なお、ウエハプロセッシング工程は必要な層数だけ繰り返し行い、設計通り動作する半導体デバイスを製造する。

【0037】

図12は、図11のウエハプロセッシング工程の中核をなすリソグラフィー工程を示すフローチャートである。このリソグラフィー工程は以下の各工程を含む。

(a) 前段の工程で回路パターンが形成されたウエハ上にレジストをコートする  
レジスト塗布工程

(b) レジストを露光する工程

(c) 露光されたレジストを現像してレジストのパターンを得る現像工程

(d) 現像されたレジストパターンを安定化するためのアニール工程

上記の半導体デバイス製造工程、ウエハプロセッシング工程、リソグラフィ工程については、周知のものでありこれ以上の説明を要しないであろう。

上記 (G) の検査工程に本発明に係る欠陥検査方法、欠陥検査装置を用いると、微細なパターンを有する半導体デバイスでも、スループット良く検査できるので、全数検査も可能となり、製品の歩留まりの向上、欠陥製品の出荷防止が可能と成る。

#### 【 0 0 3 8 】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、次のような効果を奏することが可能である。

(イ) 電子線を用いた写像投影方式の検査装置の全体構成が得られ、高いスループットで検査対象を処理することができる。

(ロ) ミニエンバイロメント空間内で検査対象に清浄気体を流して塵埃の付着を防止すると共に清浄度を観察するセンサを設けることによりその空間内の塵埃を監視しながら検査対象の検査を行うことができる。

(ハ) ローディングチャンバ及びワーキングチャンバを一体的に振動防止装置を介して支持したので外部の環境に影響されずにステージ装置への検査対象の供給及び検査を行うことができる。

(ニ) プレチャージユニットを設けているので、絶縁物でできたウエハも帯電による影響を受けがたい。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明による検査装置の主要構成要素を示す立面図であって、図 2 の線 A - A に沿って見た図である。

##### 【図 2】

図 1 に示す検査装置の主要構成要素の平面図であって、図 1 の線 B - B に沿って見た図である。

##### 【図 3】

図 1 のミニエンバイロメント装置を示す断面図であって、線 C - C に沿って見

た図である。

【図 4】

図 1 のローダハウジングを示す図であって、図 2 の線 D-D に沿って見た図である。

【図 5】

ウエハラックの拡大図であって、[A] は側面図で、[B] は [A] の線 E-E に沿って見た断面図である。

【図 6】

主ハウジングの支持方法の変形例を示す図である。

【図 7】

図 1 の検査装置の電子光学装置の概略構成を示す模式図である。

【図 8】

電位印加機構を示す図である。

【図 9】

電子ビームキャリブレーション機構を説明する図であって、[A] は側面図であり、[B] は平面図である。

【図 1 0】

ウエハのアライメント制御装置の概略説明図である。

【図 1 1】

本発明による半導体デバイスの製造方法の一実施例を示すフローチャートである。

【図 1 2】

図 1 0 のウエハプロセスング工程の中核をなすリソグラフィー工程を示すフローチャートである。

【符号の説明】

1 検査装置

1 0 カセットホルダ

2 0 ミニエンバイロメント装置

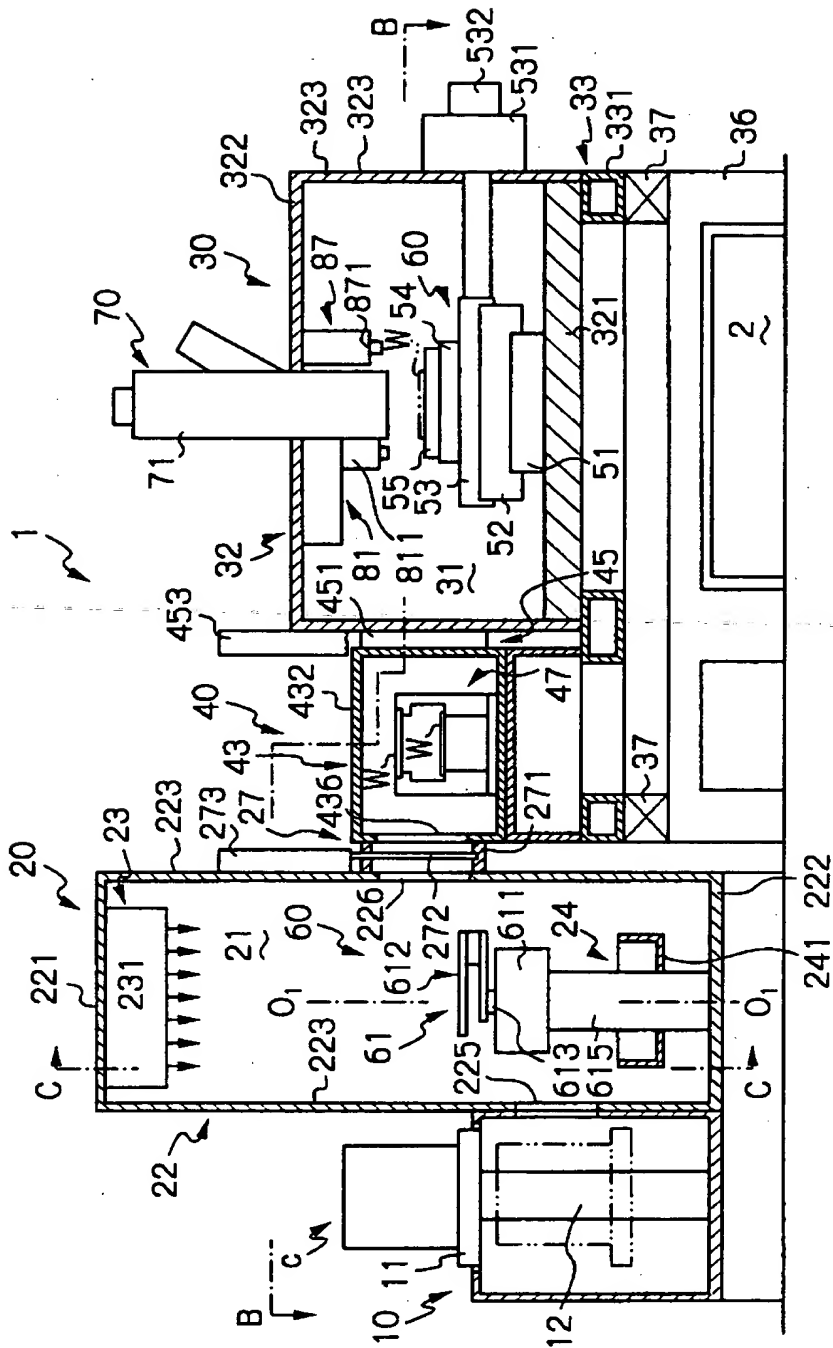
2 1 ミニエンバイロメント空間

2 2 ハウジング

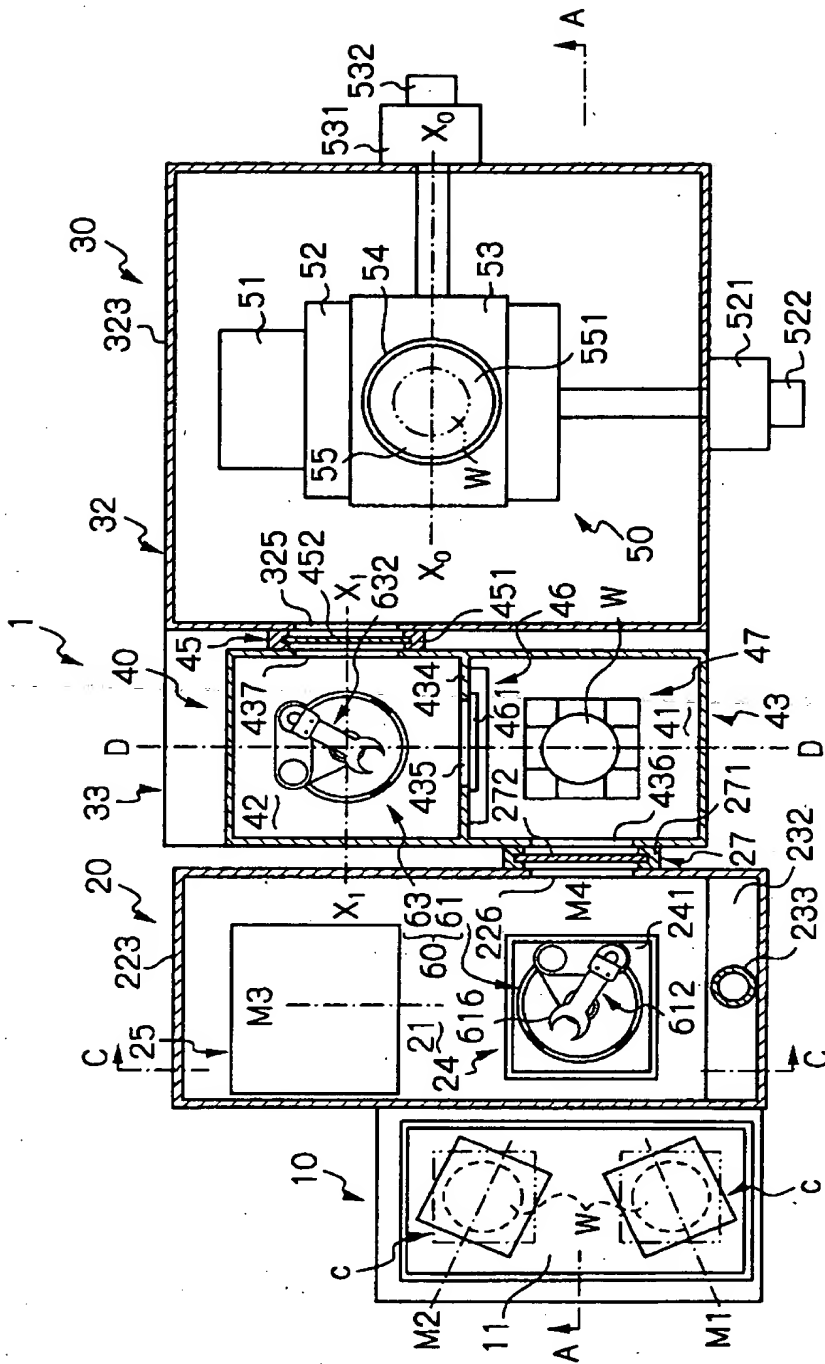
- 23 気体循環装置
- 24 排出装置
- 25 プリアライナー
- 26、27 シャッタ装置
- 30 主ハウジング
- 31 ワーキングチャンバ
- 32 ハウジング本体
- 33 ハウジング支持装置
- 36 台フレーム
- 37 防振装置
- 40 ロータハウジング
- 41、42 ローディングチャンバ
- 43 ハウジング本体
- 45、46 シャッタ装置
- 47 ウエハラック
- 50 ステージ装置
- 51 固定テーブル
- 52 Yテーブル
- 53 Xテーブル
- 54 回転テーブル
- 60 ローター
- 61、62 搬送ユニット
- 70 電子光学装置
- 71 鏡筒
- 72 一次電子光学系
- 74 二次電子光学系
- 76 検出系
- 81 プレチャージユニット
- 83 電位印加機構
- 87 アライメント制御装置
- 85 電子ビームキャリブレーション機構

【書類名】 図面

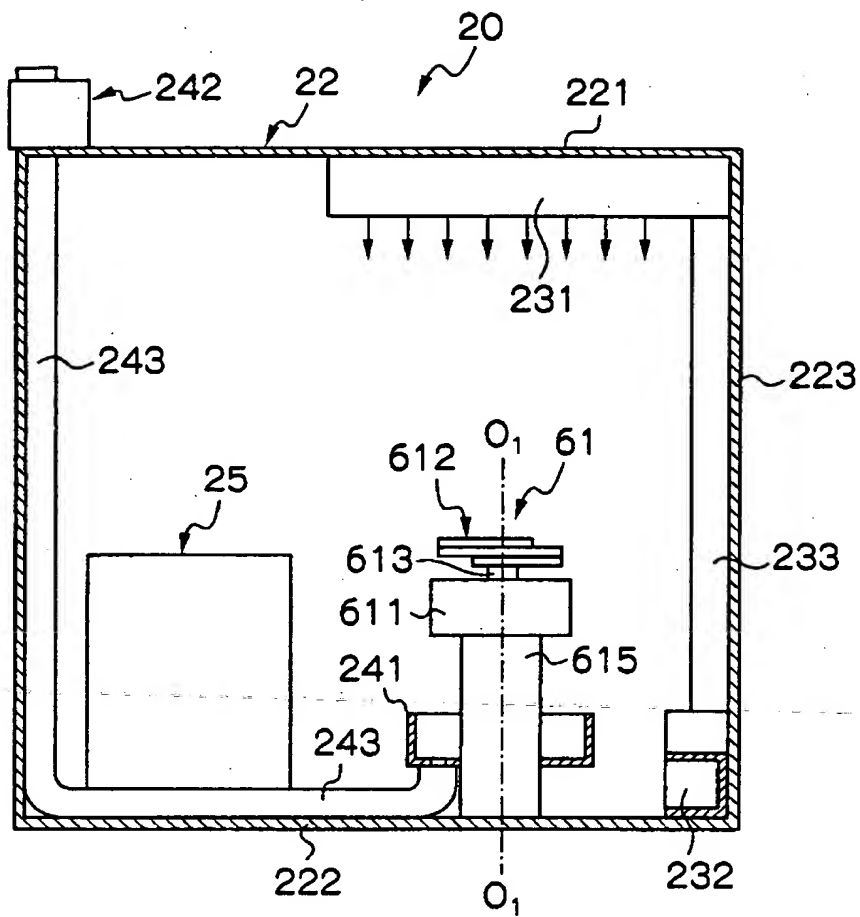
【図 1】



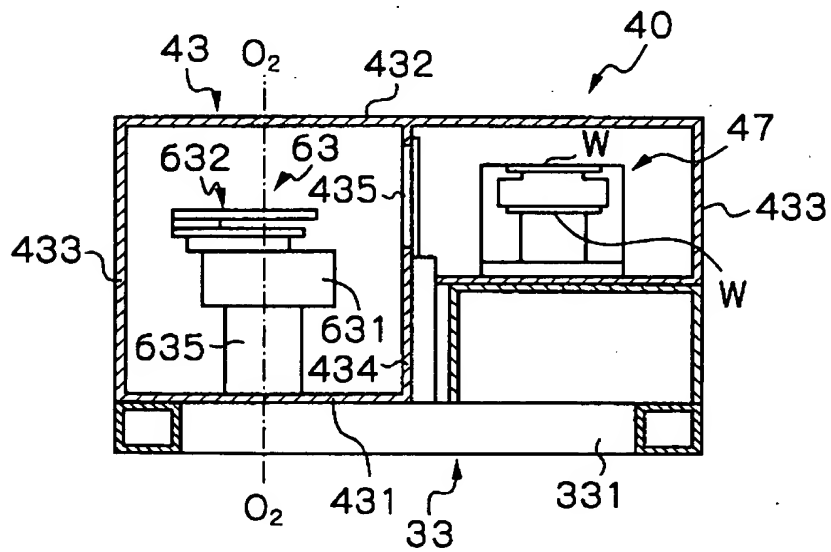
【図2】



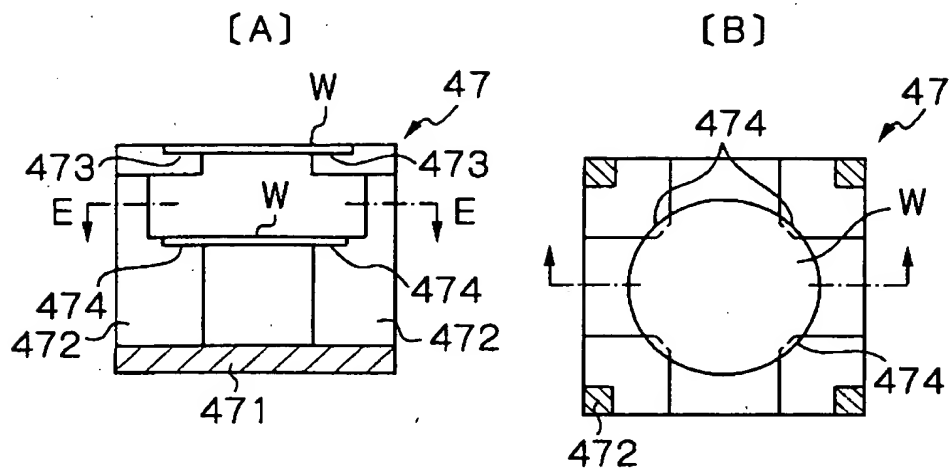
【図 3】



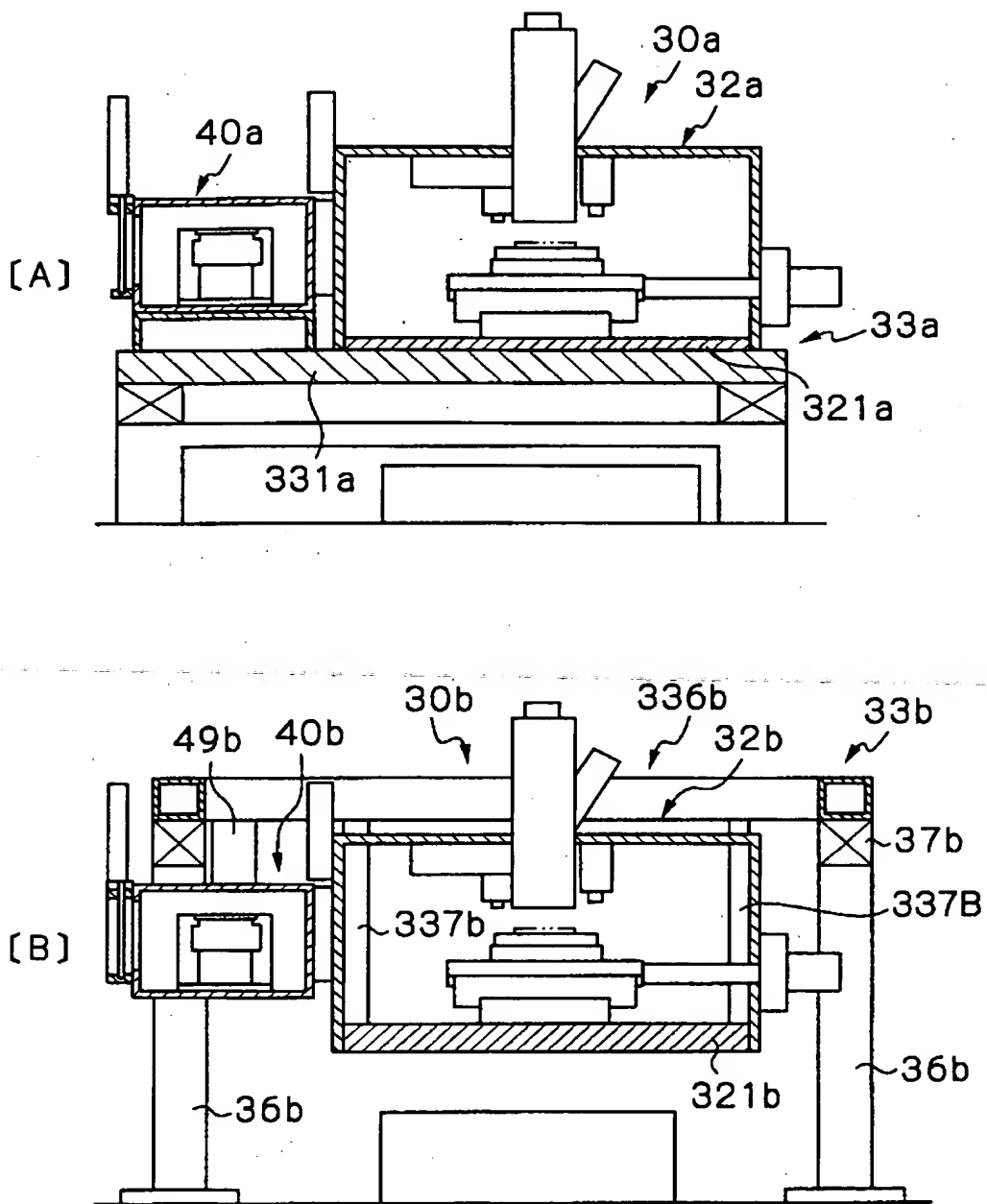
【図 4】



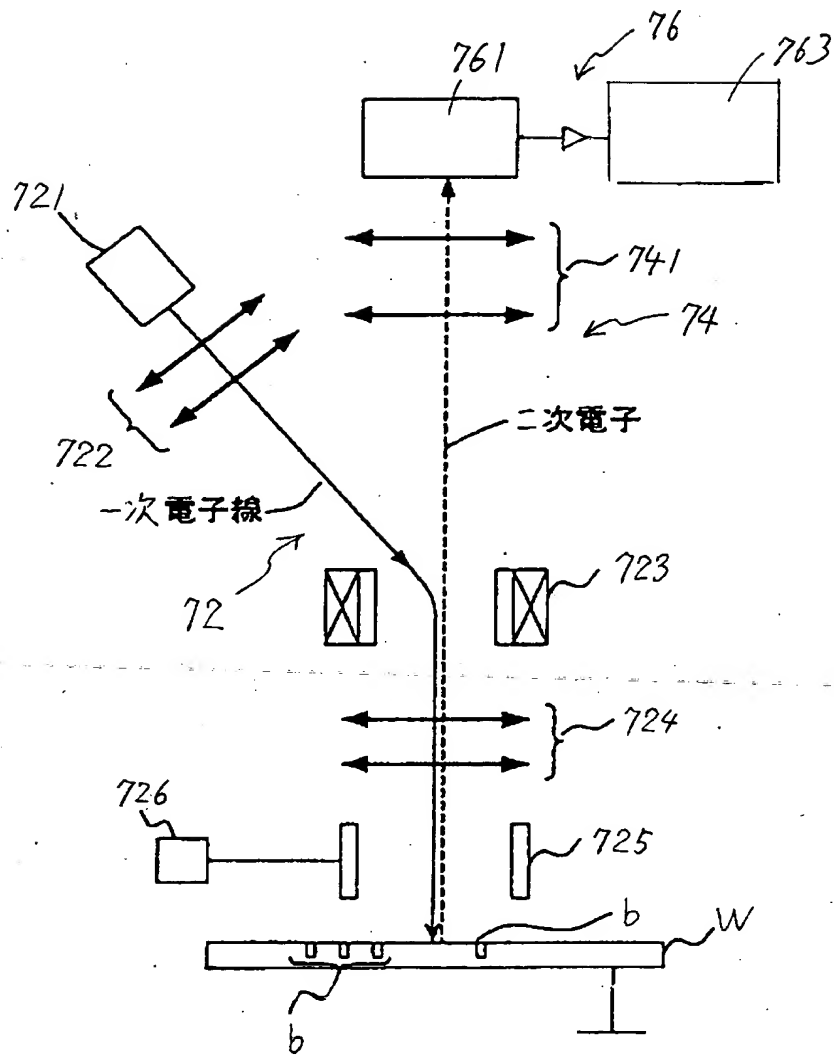
【図 5】



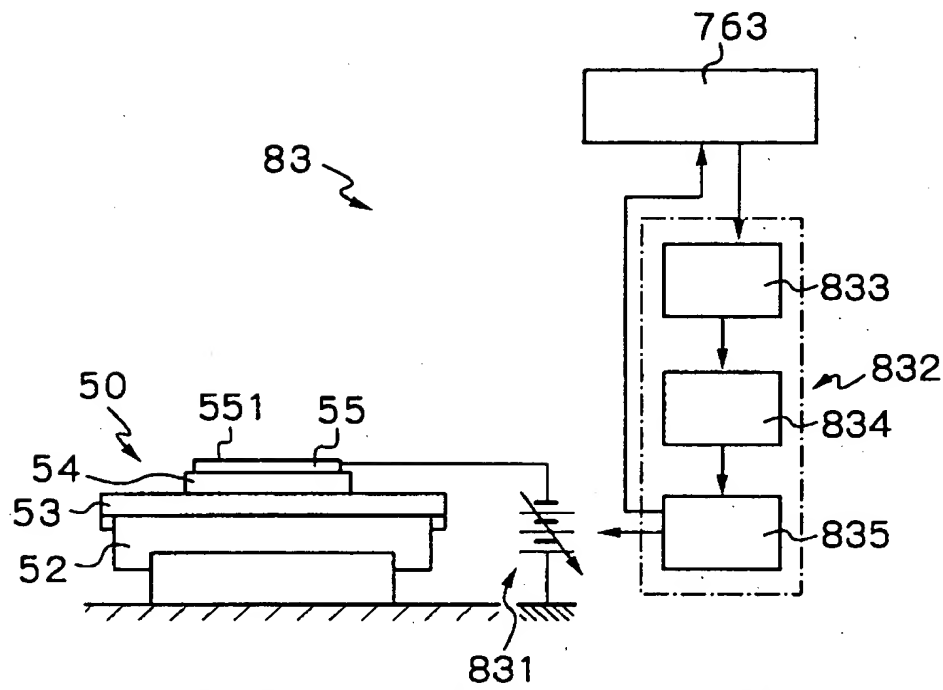
【図 6】



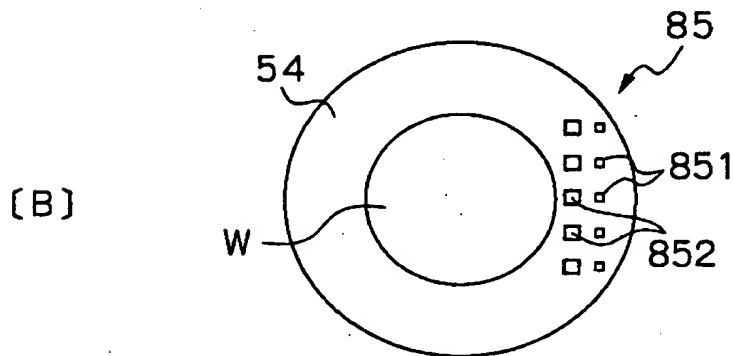
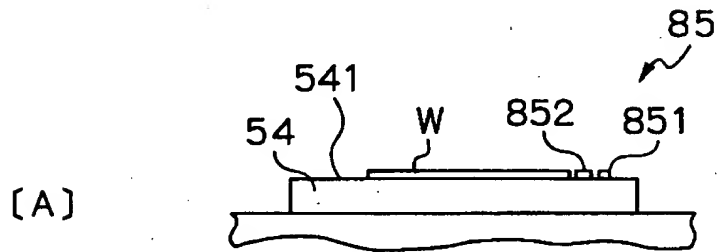
【図 7】



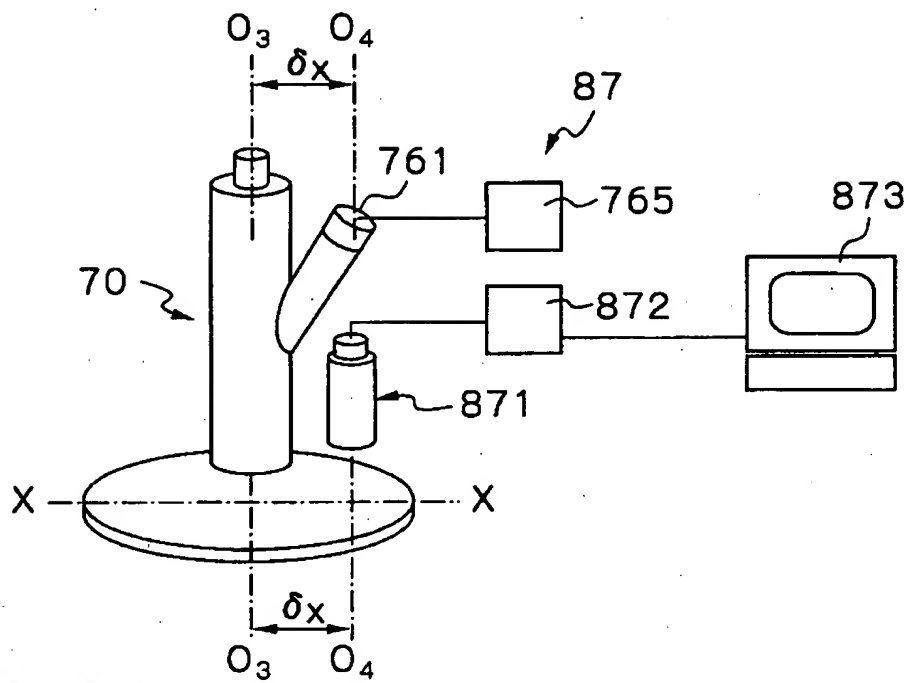
【図 8】



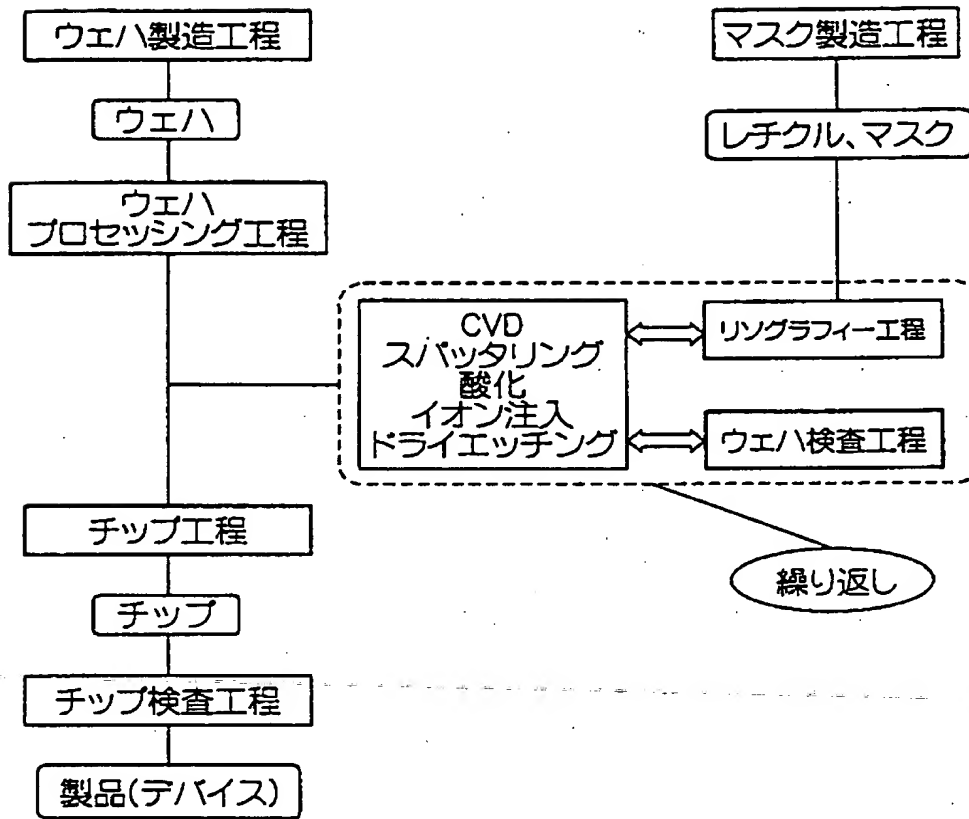
【図 9】



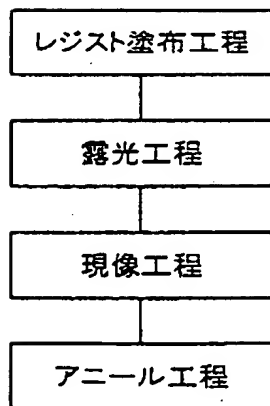
【図10】



【図 1 1】



【図 1 2】



【書類名】 要約書

【要約】 電子線検査装置は、電子源からの一次電子線を検査対象に照射し、前記一次電子線の照射により放出された二次電子の像を投影する電子光学系及び電子光学系により投影された二次電子像を検出する検出器を有する電子光学装置 70 と、検査対象を保持して電子光学系に関して相対的に移動させるステージ装置 50 と、清浄気体を検査対象に流して前記検査対象への塵埃の付着を阻止するミニエンバイロメント装置 20 と、ステージ装置を収容しておりかつ真空雰囲気制御可能になっているワーキングチャンバ 31 と、ミニエンバイロメント装置と前記ワーキングチャンバとの間に配置されていて、それぞれ独立して真空雰囲気に制御可能になっている少なくとも二つのローディングチャンバ 41、42 と、ローディングチャンバ内を通してステージ装置に検査対象を供給するローダー 60 と、を備えている。

【選択図】 図 1

特2001-158662

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[000000239]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区羽田旭町11番1号

氏 名 株式会社荏原製作所